

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

011333689 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1997-311593/199729

XRPX Acc No: N97-257959

**Controlling internal combustion engine - involves taking additional parameters, e.g. exhaust gas feedback rate, into account as well as engine speed, engine load and mixture composition when computing actual torque or converting desired torque**

Patent Assignee: BOSCH GMBH ROBERT (BOSC )

Inventor: ZHANG H; CHANG H

Number of Countries: 021 Number of Patents: 009

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 19545221	A1	19970612	DE 1045221	A	19951205	199729 B
WO 9721029	A1	19970612	WO 96DE1333	A	19960720	199729
EP 807208	A1	19971119	EP 96924757	A	19960720	199751
			WO 96DE1333	A	19960720	
US 5832897	A	19981110	WO 96DE1333	A	19960720	199901
			US 97875693	A	19970801	
JP 11501099	W	19990126	WO 96DE1333	A	19960720	199914
			JP 97520838	A	19960720	
KR 98701934	A	19980625	WO 96DE1333	A	19960720	199924
			KR 97705331	A	19970804	
EP 807208	B1	20021127	EP 96924757	A	19960720	200279
			WO 96DE1333	A	19960720	
DE 59609920	G	20030109	DE 509920	A	19960720	200305
			EP 96924757	A	19960720	
			WO 96DE1333	A	19960720	
CN 1178570	A	19980408	CN 96192489	A	19960720	200336
			WO 96DE1333	A	19960720	

Priority Applications (No Type Date): DE 1045221 A 19951205

Cited Patents: 1.Jnl.Ref; DE 3341622; DE 4136024; DE 4141947; DE 4239711;  
EP 542562; GB 2271198; JP 63097873; US 5115782; US 5284116

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	-----	----	----------	--------------

DE 19545221	A1	12	F02D-043/00		
-------------	----	----	-------------	--	--

WO 9721029	A1	G	30	F02P-005/15	
------------	----	---	----	-------------	--

Designated States (National): CN JP KR US

Designated States (Regional): AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC  
NL PT SE

EP 807208	A1	G	F02P-005/15	Based on patent	WO 9721029
-----------	----	---	-------------	-----------------	------------

Designated States (Regional): DE FR IT

US 5832897	A	F02D-031/00	Based on patent	WO 9721029	
------------	---	-------------	-----------------	------------	--

JP 11501099	W	24	F02D-045/00	Based on patent	WO 9721029
-------------	---	----	-------------	-----------------	------------

KR 98701934	A	F02P-005/15	Based on patent	WO 9721029	
-------------	---	-------------	-----------------	------------	--

EP 807208	B1	G	F02P-005/15	Based on patent	WO 9721029
-----------	----	---	-------------	-----------------	------------

Designated States (Regional): DE FR IT

DE 59609920	G	F02P-005/15	Based on patent	EP 807208	
-------------	---	-------------	-----------------	-----------	--

Based on patent WO 9721029

CN 1178570	A	F02P-005/15	Based on patent	WO 9721029	
------------	---	-------------	-----------------	------------	--

Abstract (Basic): DE 19545221 A

The method involves computing the engine torque independently of

the engine operating parameters and/or converting a predefined demand torque into the engine control parameters. During computation of actual torque or conversion of desired torque, at least one additional parameter is taken into account as well as the engine speed ( $N_{mot}$ ), engine load ( $T_l$ ) and mixture composition.

The additional parameter can be the engine efficiency, position of optimal ignition angle, engine temp. ( $T_{mot}$ ), induction air temp. or exhaust gas feedback rate. It can be taken into account by correcting the optimal ignition angle used for the torque calculation.

ADVANTAGE - Improved accuracy of conversion of desired engine torque into engine control parameters is achieved.

Dwg.1/6

Title Terms: CONTROL; INTERNAL; COMBUST; ENGINE; ADD; PARAMETER; EXHAUST; GAS; FEEDBACK; RATE; ACCOUNT; WELL; ENGINE; SPEED; ENGINE; LOAD; MIXTURE; COMPOSITION; COMPUTATION; ACTUAL; TORQUE; CONVERT; TORQUE

Derwent Class: Q52; Q53; Q54; X22

International Patent Class (Main): F02D-031/00; F02D-043/00; F02D-045/00; F02P-005/15

International Patent Class (Additional): F02D-021/08; F02D-041/02; F02M-025/07

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): X22-A03D

?

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 195 45 221 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**F 02 D 43/00**

⑳ Aktenzeichen: 195 45 221.6  
㉑ Anmeldetag: 5. 12. 95  
㉒ Offenlegungstag: 12. 6. 97

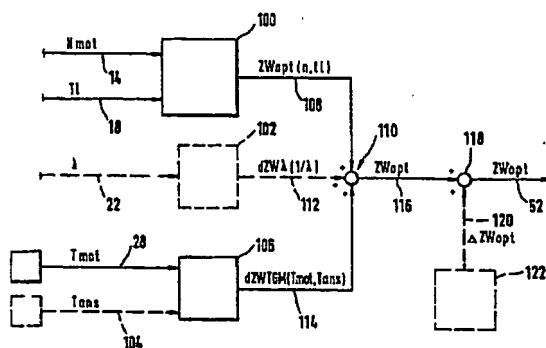
DE 195 45 221 A 1

㉑ Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

㉒ Erfinder:  
Zhang, Hong, Dr., 71701 Schwieberdingen, DE

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine

⑤7 Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine vorgeschlagen, bei welchen abhängig von Betriebsgrößen das Drehmoment der Brennkraftmaschine berechnet wird und/oder ein vorgegebenes Sollmoment in die Steuergrößen der Brennkraftmaschine umgesetzt wird. Dabei wird bei der Berechnung des Motoristmoments bzw. bei der Umsetzung des Motorsollmoments in die Steuergrößen der Brennkraftmaschine neben Motordrehzahl, Motorlast und gegebenenfalls Gemischzusammensetzung die Gemischtemperatur und/oder die Abgasrückführrate berücksichtigt.



DE 195 45 221 A 1

## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Patentansprüche

Aus der DE 42 39 711 A1 ist zur Steuerung einer Antriebseinheit insbesondere einer Brennkraftmaschine, bekannt, einen Sollwert für ein Drehmoment der Antriebseinheit in eine Korrektur des Zündwinkels, in Ausblenden bzw. Zuschalten der Kraftstoffzufuhr zu einzelnen Zylindern und/oder in eine Beeinflussung der Luftzufuhr zur Brennkraftmaschine umzusetzen. Darüber hinaus ist aus der WO-A 95/24550 zusätzlich die Beeinflussung des Kraftstoff-Luftverhältnisses zur Realisierung des vorgegebenen Drehmomentenwerts bekannt. Ferner wird bei den bekannten Lösungen das Istmoment unter Berücksichtigung der aktuellen Motoreinstellung (bezüglich Füllung, Kraftstoffzumessung und Zündwinkel) berechnet. Dabei werden Motordrehzahl, Motorlast und gegebenenfalls die Abgaszusammensetzung herangezogen. Weitere Größen, die den Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine beeinflussen können, wie die Temperatur des zugeführten Luft-/Kraftstoffgemischs vor der Zündung und/oder die Rate der in den Verbrennungsraum rückgeführten Abgasmenge, werden nicht berücksichtigt. Da zur Umsetzung des geforderten Motormoments in Zündwinkelverstellung, Kraftstoff- und Lufteingriff das berechnete Istmoment berücksichtigt wird, kann die bekannte Vorgehensweise bei der Einstellung des Motormoments und/oder beim errechneten Istmoment, das auch anderen Steuereinheiten, z. B. einer Antriebsschlupfregelung oder einer Getriebesteuerung, zur Verfügung gestellt wird, in einigen Anwendungsfällen zu ungenau sein.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, die Genauigkeit der bekannten Lösungen zu verbessern.

Dies wird durch die kennzeichnenden Merkmale der unabhängigen Patentansprüche erreicht.

Aus der EP 112 494 A1 (US-Patent 4 856 465) ist bekannt, die Überschneidungszeiten und der Ein- und Auslaßventile der Zylinder einer Brennkraftmaschine zu steuern. Die Ventilüberschneidungszeiten werden dabei durch eine von Motordrehzahl und Motorlast abhängige Verstellung der Nockenwelle eingestellt.

Aus "Bosch, kraftfahrtechnisches Taschenbuch, 21. Auflage, 1991, Seiten 470 und 471" ist ein Abgasrückführsystem bekannt, bei welchem durch Ansteuern eines Steuerventils über eine zusätzliche Leitung eine vorgegebene Abgasmenge in den Ansaugtrakt der Brennkraftmaschine stromabwärts der Drosselklappe zurückgeführt wird. Diese äußere Abgasrückführung ist von der obengenannten inneren Abgasrückführung bei Überschneidung der Öffnungszeiten der Ein- und Auslaßventile zu unterscheiden, bei der ebenfalls gewisse Abgas Mengen in die Verbrennungskammer zurückgeführt werden.

## Vorteile der Erfindung

Durch die Berücksichtigung zusätzlicher Größen, die den Wirkungsgrad und damit die Drehmomentenerzeugung der Brennkraftmaschine beeinflussen, wie Gemischtemperatur vor der Zündung und/oder der Abgasrückführ rate (sowohl innere als auch äußere) wird die

Genauigkeit bei der Umsetzung des Sollmotormoments in die Steuergrößen der Brennkraftmaschine verbessert.

Darüber hinaus wird eine genauere Momentenberechnung, auch für andere Steuergeräte, bereitgestellt.

Besonders vorteilhaft ist, als zusätzliche Größen die Gemischtemperatur vor der Zündung und/oder die Abgasrückführ rate zu berücksichtigen, da diese erheblichen Einfluß auf den Wirkungsgrad und damit auf das Drehmoment der Brennkraftmaschine haben.

Vorteilhaft ist ferner, daß die zusätzlichen Größen an einer zentralen Stelle der Momentenberechnung und -umsetzung, nämlich bei der Bestimmung des optimalen Zündwinkels, das heißt des Zündwinkels, bei dem die Brennkraftmaschine den größten Wirkungsgrad entfaltet, mit einbezogen werden. Auf diese Weise kann die Optimierung durch Korrektur einer Größe durchgeführt werden.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen bzw. aus den abhängigen Patentansprüchen.

## Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert. Dabei zeigt

Fig. 1 die Grundstruktur eines Steuersystems für eine Brennkraftmaschine bei welchem ein Sollmomentenwert in Steuergrößen für die Kraftstoffzufuhr, den Zündwinkel, die Luftzufuhr und/oder die Gemischzusammensetzung umgesetzt wird und/oder ein Istwert für das Drehmoment der Brennkraftmaschine aus Betriebsgrößen ermittelt wird. In Fig. 2 ist ein erstes Ausführungsbeispiel zur Berücksichtigung der Gemischtemperatur bei der Bestimmung des Drehmoments bzw. der Umsetzung des Sollmoments dargestellt. Fig. 3 zeigt ergänzend oder alternativ zur Lösung nach Fig. 2 in diesem ersten Ausführungsbeispiel die Berücksichtigung der inneren Abgasrückführung, während in Fig. 4 die Berücksichtigung der externen Abgasrückführung dargestellt ist. In Fig. 5 ist ein zweites Ausführungsbeispiel zur Berücksichtigung der inneren Abgasrückführung dargestellt, während in Fig. 6 ein zweites Ausführungsbeispiel zur Berücksichtigung der externen Abgasrückführung bei der Momentenberechnung bzw. der Umsetzung des Sollmomentenwertes angegeben ist.

## Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Fig. 1 zeigt anhand eines Übersichtsblockschaltbildes die grundsätzliche Struktur eines Steuersystems, bei welchem ein Sollmomentenwert in Steuergrößen für eine Brennkraftmaschine umgesetzt und/oder auf der Basis von Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine das Drehmoment der Brennkraftmaschine bestimmt wird. Die Blockschaltbilddarstellung wurde dabei aus Übersichtlichkeitsgründen gewählt. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind dabei die in der Steuereinheit gezeigten Blöcke als Programmteil oder Programmelement ausgeführt.

Der Steuereinheit 10 wird von einer Meßeinrichtung 12 zur Erfassung der Motordrehzahl  $N_{mot}$  eine Eingangsleitung 14, von einer Meßeinrichtung 16 für die Motorlast (Luftmenge, Luftmasse, Saugrohrdruck) TL eine Leitung 18 und von einer Meßeinrichtung 20 zur Erfassung der Abgaszusammensetzung  $\lambda$  eine Eingangsleitung 22 zugeführt. Ferner wird in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel von einer weiteren Steuer-

einheit 24 zur Übermittlung des Sollmoments  $M_{\text{Soll}}$  eine Leitung 26 zugeführt. Darüber hinaus ist wenigstens eine weitere Eingangsleitung 28 vorgesehen, die von einer Meßeinrichtung 30 zur Erfassung der Motortemperatur  $T_{\text{mot}}$  stammt. Nicht dargestellt sind Eingangsleitungen von Meßeinrichtungen zur Erfassung der Ansauglufttemperatur  $T_{\text{ans}}$ , die im Rahmen eines bevorzugten Ausführungsbeispiels vorhanden ist, und von weiteren Betriebsgrößen, wie beispielsweise Fahrzeuggeschwindigkeit, Nockenwellenstellung, etc., die zur Steuerung der Brennkraftmaschine notwendig sind. Über die Ausgangsleitungen 32, 34 und 36 beeinflusst die Steuereinheit 10 die Steuergrößen einer Brennkraftmaschine, die einzuspritzende Kraftstoffmenge  $T_i$ , der einzustellende Zündwinkel  $ZW$  und/oder die einzustellende Luftzufuhr  $\alpha$ . Ferner wird in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel über die Ausgangsleitung 38 der errechnete Istmomentenwert  $M_{\text{ist}}$  an andere Steuereinheiten abgegeben.

Selbstverständlich weist die Steuereinheit 10 neben den in Figur gezeigten Elementen wenigstens Mittel zur Bestimmung der einzuspritzenden Kraftstoffmenge, des einzustellenden Zündwinkels und/oder der einzustellenden Luftzufuhr auf. Gleichfalls können gegebenenfalls Verfahren zur Nockenwellensteuerung und/oder zur Abgasrückführung gemäß dem eingangs genannten Stand der Technik Teil der Steuereinheit 10 sein.

Zur Umsetzung des über die Leitung 26 zugeführten Sollmoments in die Steuergrößen der Brennkraftmaschine wird die aus dem Stand der Technik bekannte Vorgehensweise eingesetzt (symbolisch als Block 40 zusammengefaßt). Die notwendigen Betriebsgrößen werden über die Eingangsleitungen 14 bis 28, das errechnete Istmoment  $M_{\text{ist}}$  über eine Leitung 42 zugeführt. Nach der aus dem Stand der Technik bekannten Vorgehensweise wird der Sollmomentenwert auf Basis der zugeführten Größen in eine Korrektur der Einstellung der Luftzufuhr  $\alpha$ , eine Korrektur des einzustellenden Zündwinkels  $ZW$ , eine Korrektur der Gemischzusammensetzung  $\lambda$  und/oder in eine vorgegebene Anzahl  $X$  von Zylindern, zu denen die Einspritzung unterbrochen wird, umgesetzt. Über die Ausgangsleitungen der Steuereinheit 10 werden diese berechneten Steuergrößen eingestellt.

Zur Bestimmung des Istmomentenwertes wird im Grundsatz ebenfalls der aus dem Stand der Technik bekannte Weg beschritten. In einem ersten Kennfeld 44, dem über die Leitungen 14 und 18 die Motordrehzahl und die Motorlast zugeführt werden, wird das optimale Verbrennungsmoment  $M_{\text{opt}}$  bestimmt. Das optimale Verbrennungsmoment ist das auf der Basis der gemessenen Werte Drehzahl und Last ermittelte Motormoment, welches bei einem optimalen Zündwinkel, das heißt beim maximalen Wirkungsgrad auftritt. Über eine Leitung 46 wird der errechnete Momentenwert an die Verknüpfungsstelle 48 geführt. Entsprechend wird im Kennfeld 50 aus Motordrehzahl und Motorlast sowie aus der Abgaszusammensetzung, die über die Leitung 22 zugeführt ist, der optimale Zündwinkel  $zw_{\text{opt}}$  bestimmt, das heißt der Zündwinkel, bei dessen Einstellung die Brennkraftmaschine mit maximalen Wirkungsgrad arbeitet. Dieser wird über die Leitung 52 in einer Verknüpfungsstelle 54 mit dem Zündwinkel  $zw$  ohne zusätzliche Eingriffe verknüpft. Dieser wird hauptsächlich auf der Basis der über die Leitungen 14 und 18 zugeführten Betriebsgrößen im Kennfeld 56 gebildet. Er stellt den Zündwinkel dar, der im aktuellen Betriebspunkt eingestellt wird, ohne daß zusätzliche Eingriffe wie die

Korrektur zur Realisierung des Sollmoments berücksichtigt sind. Die Differenz zwischen optimalen Zündwinkel und diesem Kennfeldzündwinkel wird über die Leitung 58 zur Wirkungsgradkennlinie 60 geführt, die die Differenz in ein Korrekturmomenwert  $MZW$  umsetzt. Dieser Wert wird über die Leitung 62 der Verknüpfungsstelle 48 zugeführt.

Ferner ist eine Kennlinie 64 vorgesehen, welcher die Leitung 22 zugeführt wird und die die Abweichung der Abgaszusammensetzung vom stöchiometrischen Wert in einen Momentenkorrekturwert  $M\lambda$  umsetzt. Dieser wird über die Leitung 66 der Verknüpfungsstelle 48 zugeführt.

Ferner liegt im Berechnungsblock 40 Information über die Anzahl  $X$  der ausgeblendeten Zylinder vor. Diese wird über die Leitung 68 einem Berechnungsblock 70 zugeführt. Dieser bildet einen Momentenkorrekturwert  $MX$  auf der Basis der ausgeblendeten Zylinder nach Maßgabe der prozentualen Momentenreduzierung durch Ausblendung  $(1 - X/Z)$  mit  $X$  Zahl der ausgeblendeten Zylinder,  $Z$  Gesamtzahl, welcher über die Leitung 72 der Verknüpfungsstelle 48 zugeführt wird. Durch Multiplikation des optimalen Motormoments und der Zündwinkel-, Gemischzusammensetzung- und Ausblendungskorrekturwerte wird das Istmoment  $M_{\text{ist}}$  gebildet, welches über die Leitung 38 nach außen oder über die Leitung 42 zum Berechnungsblock 40 geführt wird.

Wird die Brennkraftmaschine ausschließlich mit stöchiometrischem Gemisch betrieben, so kann Berücksichtigung der Abgaszusammensetzung entfallen.

Zusammenfassend ergibt sich das Istmotormoment gemäß folgender Gleichung:

$$M_{\text{ist}} = M_{\text{opt}}[N_{\text{mot}}, T_1] \cdot MZW[zw_{\text{opt}} - zw] \cdot M\lambda[1/\lambda] \cdot MX(1 - X/Z) \quad (1)$$

Während das optimale Verbrennungsmoment  $M_{\text{opt}}$  von Drehzahl, Last und ggf. Gemischzusammensetzung abhängt, hängt der optimale Zündwinkel nicht nur von diesen Größen, sondern auch von weiteren die Verschiebung des optimalen Zündwinkels beeinflussenden Größen ab wie von der Gemischtemperatur am Ende der Verdichtung und/oder der inneren und/oder äußeren Abgasrückführate. Diese Abhängigkeit ist in Fig. 1 am Beispiel der Motortemperatur in Fig. 1 durch die Leitung 28 symbolisiert und wird in den Fig. 2 bis 6 näher erläutert.

Es hat sich gezeigt, daß die Gemischtemperatur eine Funktion der Ansauglufttemperatur beim Eintritt in den Zylinder und der Brennraumwandtemperatur ist. Letztere kann durch die Motortemperatur angenähert werden. Die Temperatur der Ansaugluft beim Eintritt in den Zylinder hängt wiederum von der Ansauglufttemperatur nahe der Drosselklappe und der Motortemperatur ab. Das heißt die Gemischtemperatur kann durch Motortemperatur und Ansauglufttemperatur beschrieben werden. Daher wird erfindungsgemäß zur Verbesserung der Genauigkeit der Bestimmung des Moments bzw. der Umsetzung des Sollmoments Motortemperatur und Ansauglufttemperatur berücksichtigt, indem der optimale Zündwinkel entsprechend korrigiert wird.

Die Abhängigkeit des optimalen Zündwinkels von der Gemischtemperatur  $T_{\text{GM}}$  ergibt sich nach der folgenden Gleichung:

$$ZW_{\text{opt}} = ZW_{\text{opt}}(N, TL) + dZW\lambda(1/\lambda) + dZW T_{\text{GM}}(T_{\text{mot}}, T_{\text{ans}}) \quad (2)$$

(dZW<sub>λ</sub> Korrekturwert durch Abweichung der Gemischzusammensetzung vom stöchiometrischen Wert; dZW<sub>TGM</sub> Korrekturwert durch abgeschätzte Gemischtemperatur).

Die Berechnung des optimalen Zündwinkels gemäß Gleichung (2) ist in Fig. 2 dargestellt. Im ersten Kennfeld 100 wird aus Motordrehzahl und Motorlast der optimale Zündwinkel abhängig von diesen Größen bestimmt. Im Kennfeld 102 wird der Korrekturwert dZW<sub>λ</sub> abhängig vom Kehrwert der Abgaszusammensetzung bestimmt, um die durch die Abweichung von stöchiometrischen Gemisch hervorgerufene Wirkungsgradänderung zu berücksichtigen. Ferner wird über die Leitung 28 ein Maß für die Motortemperatur und über die Leitung 104 ein Maß für die Ansauglufttemperatur T<sub>ans</sub> zugeführt. Diese werden im Kennfeld 106 in den Korrekturwert dZW<sub>TGM</sub> umgesetzt, der die durch die Gemischtemperatur Wirkungsgradänderung berücksichtigt. Die ermittelten Größen werden über Leitungen 108, 112 und 114 zur Verknüpfungsstelle 110 geführt. In dieser werden die drei Werte zum optimalen Zündwinkel ZW<sub>opt</sub> addiert, der über eine Leitung 116 abgegeben wird.

Im bevorzugten Ausführungsbeispiel werden zusätzlich zur Gemischtemperaturabhängigkeit des optimalen Zündwinkels auch die Auswirkungen der inneren und/oder der äußeren Abgasrückführung berücksichtigt. Zu diesem Zweck führt die Leitung 116 auf eine Verknüpfungsstelle 118, in dem ein weiterer Korrekturwert ΔZW<sub>opt</sub> zum optimalen Zündwinkelwert addiert wird. Die Bildung des oder der weiteren Zündwinkelkorrekturwerte ist in den Fig. 3 und 4 näher beschrieben. Die Ausgangsleitung der Verknüpfungsstelle 118 bildet die Leitung 52, über die der optimale Zündwinkel ZW<sub>opt</sub> den weiteren Berechnungen zugeführt wird.

Die Gemischtemperaturabhängigkeit des optimalen Zündwinkels kann in erster Näherung auch nur durch die Motortemperatur beschrieben werden, so daß der Gemischtemperaturkorrekturwert dZW<sub>TGM</sub> in einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel auch aus einer von Motortemperatur abhängigen Kennlinie gebildet wird.

In Fig. 3 ist zunächst die Korrektur des optimalen Zündwinkels abhängig von der inneren Abgasrückführung beschrieben. Aus dem Stand der Technik ist bekannt, daß die Nockenwelle derart gesteuert wird, daß sich ein vorbestimmter Überschneidungswinkel einstellt. Dieses Signal liegt der Steuereinheit 10 somit aus der Nockenwellensteuerung vor. Der eingestellte Überschneidungswinkel wnwue wird über eine Leitung 200 zu einem Kennfeld 202 geführt, dem ferner über die Leitung 14 die Motordrehzahl zugeführt ist. Dieses experimentell bestimmte Kennfeld ermittelt aus den beiden zugeführten Größen die Abgasmasse d<sub>tlrgz</sub>(0), die bei einem bestimmten Umgebungsdruck, das heißt Atmosphärendruck, und einer bestimmten Motortemperatur aus dem Abgastrakt in den Zylinder beim vorliegenden Überschneidungswinkel zurückströmt. Diese Abgasmasse wird über eine Leitung 204 zur Korrekturstelle 206 geführt, wo eine Korrektur der Abgasmasse abhängig von Atmosphärendruck p<sub>atm</sub> und Motordrehzahl N<sub>mot</sub>, die über Leitungen 28 bzw. 208 von entsprechenden Sensoren zugeführt werden, durchgeführt wird. Die korrigierte Abgasmasse d<sub>tlrgz</sub> wird über eine Leitung 210 zur Ermittlung der Abgasrückführrate frg in den Berechnungsblock 212 geführt. Diesem wird ferner die Motorlast T<sub>l</sub> zugeführt. Die Abgasrückführrate frg ergibt sich durch Division der zugeführten Abgasmasse d<sub>tlrgz</sub> durch die Summe aus dem Motorlastsignal T<sub>l</sub>

und der Abgasmasse d<sub>tlrgz</sub>. Die ermittelte Abgasrückführrate frg wird über eine Leitung 214 zur Verknüpfungsstelle 216 geführt. Dort wird ein Grundwert frg<sub>0</sub> subtrahiert. Dieser Grundwert wird über die Leitung 218 von einem Kennfeld 220 zugeführt, dem Motordrehzahl und Motorlast zugeführt sind. Die Grundrückführrate frg<sub>0</sub> wird bei einer bestimmten Nockenwellenstellung wnwue<sub>0</sub> (ohne Steuerung) abhängig von Motordrehzahl und Motorlast vorgegeben. Die Differenz dfrg zwischen ermittelter Rückführrate und Grundrückführrate wird über eine Leitung 220 zur Kennlinie 222 geführt, die die Änderung in der Abgasrückführrate in eine Änderung des optimalen Zündwinkels ΔZW<sub>opt</sub> umsetzt. Dieser Korrekturwert wird in der Verknüpfungsstelle 118 zum optimalen Zündwinkel addiert.

Die Korrektur des optimalen Zündwinkels abhängig von der internen Abgasrückführrate ergibt sich demnach nach der folgenden Gleichung:

$$\Delta ZW_{opt} = f(dfrg) \text{ mit } dfrg = frg - frg_0 (N_{mot}, T_l) \quad (3)$$

Bei externer Abgasrückführung wird ein Steuerventil durch ein Steuersignal vorbestimmter Größe angesteuert, welches zu einer vorgegebenen Abgasrückführ率 führt. Die Größe des Steuersignals tvagr, vorzugsweise ein Tastverhältnis, steht dem Steuergerät zur Verfügung. Zur Korrektur der Momentenberechnung, insbesondere des optimalen Zündwinkels, wird daher ausgehend von der Größe der Steuersignals und abhängig von Motorlast und Motordrehzahl die Abgasrückführ率 frg bestimmt. Zu diesem Zweck wird gemäß Fig. 4 einem ersten Kennfeld 300 die Steuersignalgröße tvagr und die Motordrehzahl zugeführt. Ferner ist ein weiteres Kennfeld 302 vorgesehen, welches den aus dem Kennfeld 300 vorgegebenen Zusammenhang bei Steuergröße 0 enthält. In einem dritten Kennfeld 304 ist eine Größe für die Abgasrückführ率 ohne externe Abgasrückführung infolge der eingestellten Ventilüberschneidungszeiten abhängig von Motordrehzahl und Motorlast abgelegt. Die Ausgangsgrößen der Kennfelder 302 und 304 werden über Leitungen 306 bzw. 308 zur Verknüpfungsstelle 310 geführt. Dort werden die beiden Größen miteinander multipliziert zur Bildung der Abgasrückführ率 frg<sub>0</sub> ohne externen Anteil. Diese Grundabgasrückführ率 frg<sub>0</sub> wird von der Verknüpfungsstelle 310 über die Leitung 312 zur Verknüpfungsstelle 314 geführt. Dort wird der Grundwert frg<sub>0</sub> von der Abgasrückführ率 mit externer Abgasrückführanteil frg zur Bildung der Differenz dfrg subtrahiert. Die Abgasrückführ率 mit externer Rückführung frg wird in der Verknüpfungsstelle 316 durch Multiplikation des über die Leitung 318 zugeführten, vom Kennfeld 300 ermittelten und des über die Leitung 320 vom Kennfeld 304 ermittelten Wert gebildet. Der Differenzwert dfrg wird dann über die Kennlinie 322 in den Korrekturwert ΔZW<sub>opt</sub> für den optimalen Zündwinkel umgesetzt, welcher in der Verknüpfungsstelle 118 dem optimalen Zündwinkelwert aufaddiert wird.

Der Zündwinkelkorrekturwert ΔZW<sub>opt</sub> für die externe Abgasrückführung ergibt sich daher nach der folgenden Formel:

$$\Delta ZW_{opt} = f(dfrg) \quad (4)$$

mit

$$dfrg = frg - frg_0 =$$

$[f1(Nmot, tvagr) - f1(Nmot, 0)] \cdot f2(Nmot, Tl)$

Ein zweites Ausführungsbeispiel zur Korrektur des optimalen Zündwinkels abhängig von der inneren Abgasrückführung ist in Fig. 5 dargestellt. Die dort geschilderte Vorgehensweise wird dann bevorzugt angewendet, wenn die Rückführtrate nur abhängig von Motordrehzahl, Motorlast und Motortemperatur ist. Dann kann alternativ zur Vorgehensweise nach Fig. 3 der Zündwinkel durch zwei Zündwinkelkennfelder bei zwei verschiedenen Motortemperaturen  $Tmot0$  und  $Tmot1$  berechnet werden, wobei er über einer motortemperaturabhängigen Kennlinie  $FZWOPM(Tmot)$  gewichtet wird.

Der optimale Zündwinkel  $ZWopt$  ergibt sich dann aus:

$$ZWopt = \frac{dZW\lambda(1/\lambda)}{FZWOPM(Tmot) \cdot f3(Nmot, Tl, Tmot0) + [1 - FZWOPM(Tmot)] \cdot f3(Nmot, Tl, Tmot1)} \quad (5)$$

mit  $FZWOPM(Tmot) = 1$  bei  $Tmot < Tmot0$  und  $FZWOPM(Tmot) = 0$  bei  $Tmot > Tmot1$

Entsprechend wird gemäß Fig. 5 Motordrehzahl und Motorlast einem ersten Kennfeld 400 zugeführt. Dieses Kennfeld  $f3(Nmot, Tl, Tmot0)$  ist für eine Motortemperatur  $Tmot0$  appliziert. Ferner wird Motordrehzahl und Motorlast einem zweiten Kennfeld 402 zugeführt, welches für eine Motortemperatur  $Tmot1$  vorgegeben ist ( $f3(Nmot, Tl, Tmot1)$ ). Die Motortemperatur selbst wird der Kennlinie 404 ( $FZWOPM$ ) zugeführt, deren Ausgangssignal oberhalb der Motortemperatur  $Tmot1$  Null unterhalb der Temperatur  $Tmot0$  1 ist. Dazwischen zeigt die Kennlinie vorzugsweise lineares Verhalten. Die Motortemperatur  $Tmot1$  ist dabei größer als die Motortemperatur  $Tmot0$ . Die aus dem Kennfeld 400 ausgelesene Größe wird über die Leitung 406 zur Korrekturstelle 408 geführt. Dort wird der Wert mit dem über die Leitung 410 zugeführten, von der aktuellen Motortemperatur abhängigen Kennlinienwert korrigiert. Dies erfolgt gemäß obiger Gleichung durch eine Multiplikation. Entsprechend wird die aus der Kennlinie 402 ausgelesene Größe über die Leitung 412 zur Verknüpfungsstelle 414 geführt. Der Verknüpfungsstelle 414 wird über die Leitung 416 eine Größe zugeführt, welche dem von der Zahl 1 in der Subtraktionsstelle 418 abgezogenen Kennlinienwert auf der Leitung 410 entspricht. Auch hier erfolgt die Korrektur gemäß obiger Gleichung durch Multiplikation. Die Ausgangssignale der Verknüpfungsstellen 408 und 414 werden über die Leitungen 420 bzw. 422 der Verknüpfungsstelle 424 zugeführt. Dort werden die beiden Werte addiert. Die Summe wird über die Leitung 426 zur Additionsstelle 428 geführt, in der ggf. der Korrekturwert abhängig von der Gemischzusammensetzung über die Leitung 430 aufaddiert wird. Das Ergebnis stellt den optimale Zündwinkel  $ZWopt$  dar, der über die Leitung 52 den weiteren Berechnungen zugeführt wird.

Fig. 6 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel zur Bestimmung des optimalen Zündwinkels bei externer Abgasrückführung. Bei aktiver Abgasrückführung ist die Abgasrückführtrate hauptsächlich von Motordrehzahl und Motorlast abhängig. Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 wird bei aktiver Abgasrückführung das optimale Zündwinkelkennfeld durch ein anderes Kennfeld ersetzt. Zu diesem Zweck ist in Fig. 6 ein erstes Kennfeld  $f1$  500 und ein zweites Kennfeld  $f2$  502 vorgesehen. Bei

den Kennfeldern wird Motordrehzahl und Motorlast zugeführt. Dabei ist das Kennfeld  $f1$  derart appliziert, daß es den optimalen Zündwinkel ohne aktive Abgasrückführung, das Kennfeld den optimalen Zündwinkel bei aktiver Abgasrückführung ermittelt. Entsprechend werden die Ausgangsleitungen 504 und 506 der Kennfelder 500 und 502 über ein Schaltelement 508 geführt. Dieses verbindet bei nicht aktiver Abgasrückführung die Leitung 504 mit der Leitung 510, während bei aktiver Abgasrückführung die Leitung 506 und damit das Kennfeld 502 mit der Leitung 510 verbunden ist. Diese Leitung 510 führt auf eine Verknüpfungsstelle 512, in der ggf. die Korrekturanteile abhängig von der Gemischzusammensetzung und/oder der Korrekturanteil abhängig von der Gemischtemperatur aufaddiert werden. Der dadurch gebildete optimale Zündwinkel  $ZWopt$  wird über die Leitung 52 den weiteren Berechnungen zugeführt.

Der optimale Zündwinkel wird daher bei nicht aktiver Abgasrückführung durch das Kennfeld 500 bei aktiver Abgasrückführung durch das Kennfeld 502 bestimmt, bei welchen jeweils die Einflüsse auf den Zündwinkel durch die Aktivierung der Abgasrückführung berücksichtigt sind.

Die Abhängigkeit des optimalen Zündwinkels und damit des berechneten Motormoments von der Gemischzusammensetzung, der Motortemperatur, der Ansauglufttemperatur und der Abgasrückführung müssen nicht gleichzeitig berücksichtigt werden. Es kann je nach Motor und Erfordernissen auf die eine oder andere Abhängigkeit verzichtet werden.

Neben der Korrektur des Wertes für den optimalen Zündwinkel werden in einem anderen Ausführungsbeispiel der Istmomentenwert abhängig von wenigstens einer der wie vorstehend beschriebenen gebildeten Korrekturgrößen korrigiert. Dies erfolgt dadurch, daß die Differenz zwischen dem korrigierten optimalen Zündwinkel und Ist-Zündwinkel über eine Kennlinie direkt in einen Momentkorrekturwert (Zündwinkelwirkungsgrad) umgewandelt wird. Die Kennlinie stellt dabei den Verlauf des Wirkungsgrads der Brennkraftmaschine abhängig von der Differenz zwischen optimalen Zündwinkel und Ist-Zündwinkel dar.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung einer Brennkraftmaschine, bei welchem abhängig von Betriebsgrößen ein Drehmoment der Brennkraftmaschine berechnet wird und/oder ein vorgegebenes Sollmoment in die Steuergrößen der Brennkraftmaschine umgesetzt wird, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Berechnung des Motoristmoments bzw. bei der Umsetzung des Motorsollmoments in die Steuergrößen der Brennkraftmaschine neben Motordrehzahl, Motorlast und gegebenenfalls Gemischzusammensetzung wenigstens eine weitere Größe, die den Wirkungsgrad bzw. Lage des optimalen Zündwinkels der Brennkraftmaschine beeinflussen, berücksichtigt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß diese Größe die Abgasrückführtrate ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß diese Größe die Motortemperatur ist.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß diese Größe die Ansauglufttemperatur ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Berücksichtigung dieser wenigstens einen Größe durch Korrektur des der Momentenberechnung zugrunde liegenden optimalen Zündwinkels durchgeführt wird. 5
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei innerer Abgasrückführung die Korrektur des berechneten Moments bzw. der Umsetzung des Sollmoments abhängig vom Ventilüberschneidungswinkel durchgeführt wird. 10
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei innerer Abgasrückführung die Rückführrate abhängig von Motordrehzahl, Motorlast und Motortemperatur bestimmt wird und die Momentenberechnung dem auf der Basis des gegebenen Zündwinkels bzw. die Sollmomentenumsetzung in einen Zündwinkel abhängig von der so bestimmten Rückführrate korrigiert wird. 15 20
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei externer Abgasrückführung zwei Kennfelder für den optimalen Zündwinkel vorgesehen sind, die bei Aktivierung bzw. Deaktivierung der Abgasrückführung umgeschaltet werden. 25
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei externer Abgasrückführung die Korrektur des Moments bzw. der Umsetzung des Sollmoments abhängig von der Steuergröße des Ansteuersignals des Abgasrückführventils erfolgt. 30
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der optimale Zündwinkel der Zündwinkel ist, bei dem die Brennkraftmaschine den höchsten Wirkungsgrad zeigt. 35
11. Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine, mit einer Steuereinheit, der Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine zugeführt und die Steuergrößen der Brennkraftmaschine beeinflußt, wobei die Steuereinheit abhängig von den zugeführten Betriebsgrößen das Motormoment der Brennkraftmaschine berechnet und/oder einen zugeführten Sollmomentenwert in die Steuergrößen der Brennkraftmaschine umsetzt, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit Mittel enthält, welche die Momentenberechnung bzw. die Sollmomentenumsetzung neben ihrer Abhängigkeit von Motordrehzahl, Motorlast und gegebenenfalls Gemischzusammensetzung abhängig von wenigstens einer weiteren Größe korrigieren, die den Wirkungsgrad bzw. die Lage des maximalen Wirkungsgrades der Brennkraftmaschine beeinflußt. 40 45 50

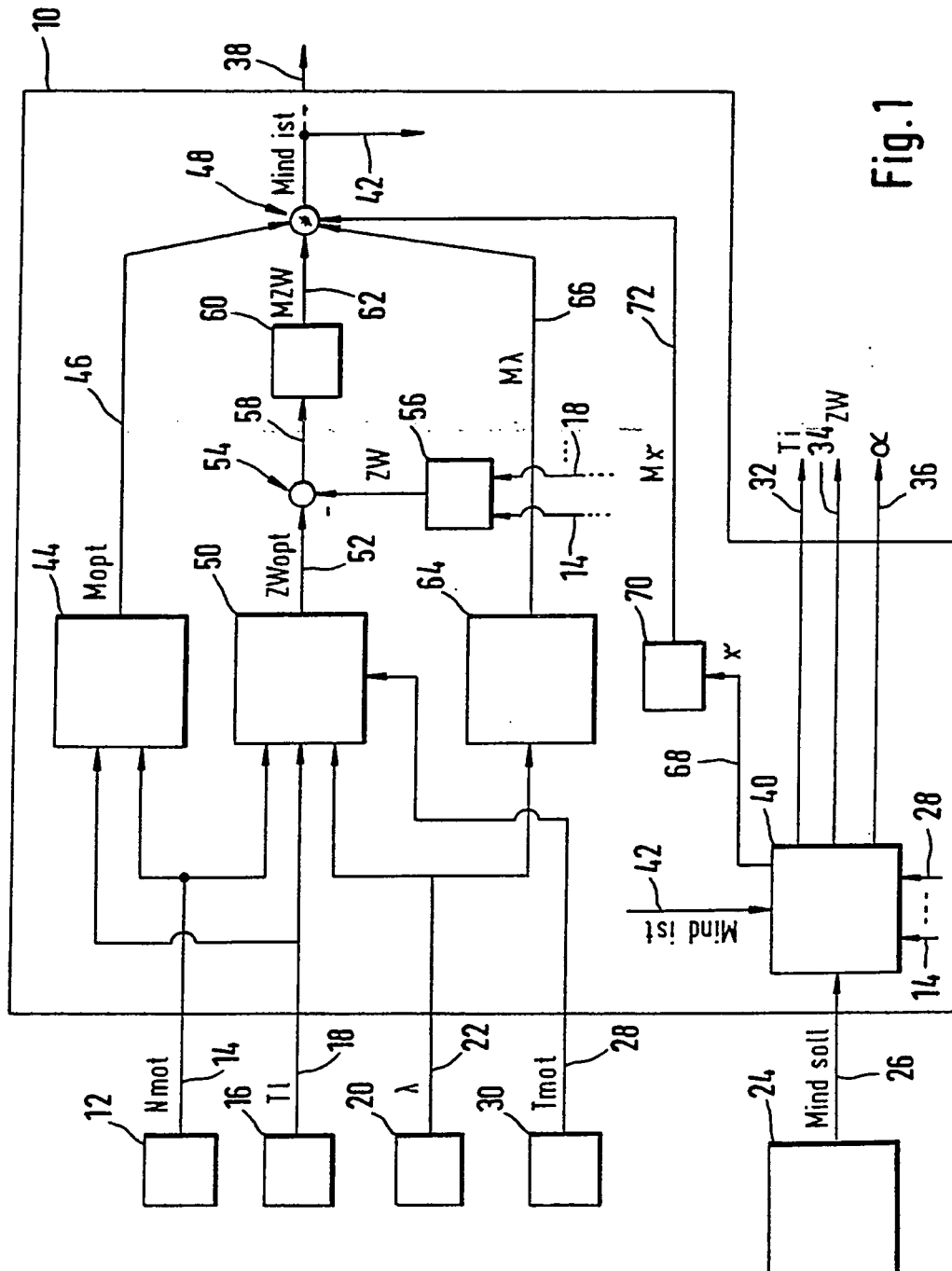
Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

55

60

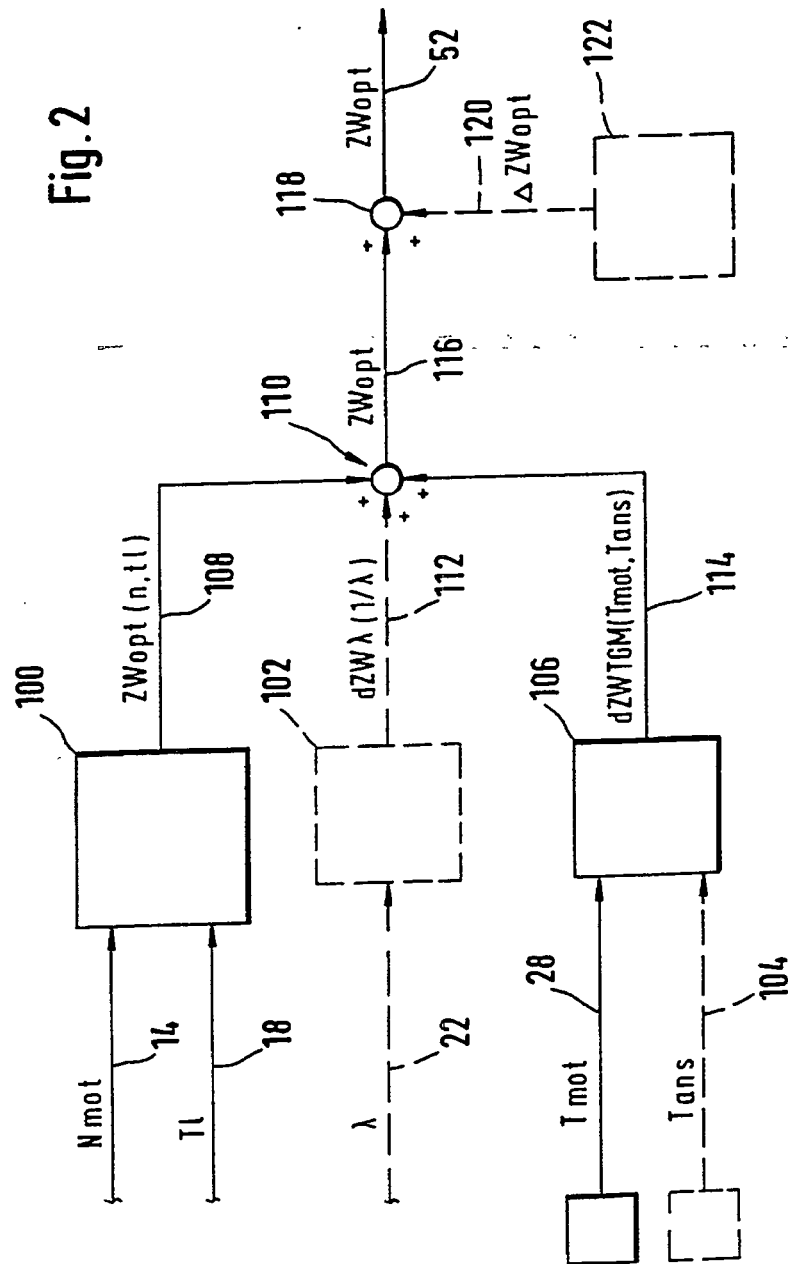
65





**Fig. 1**

Fig. 2



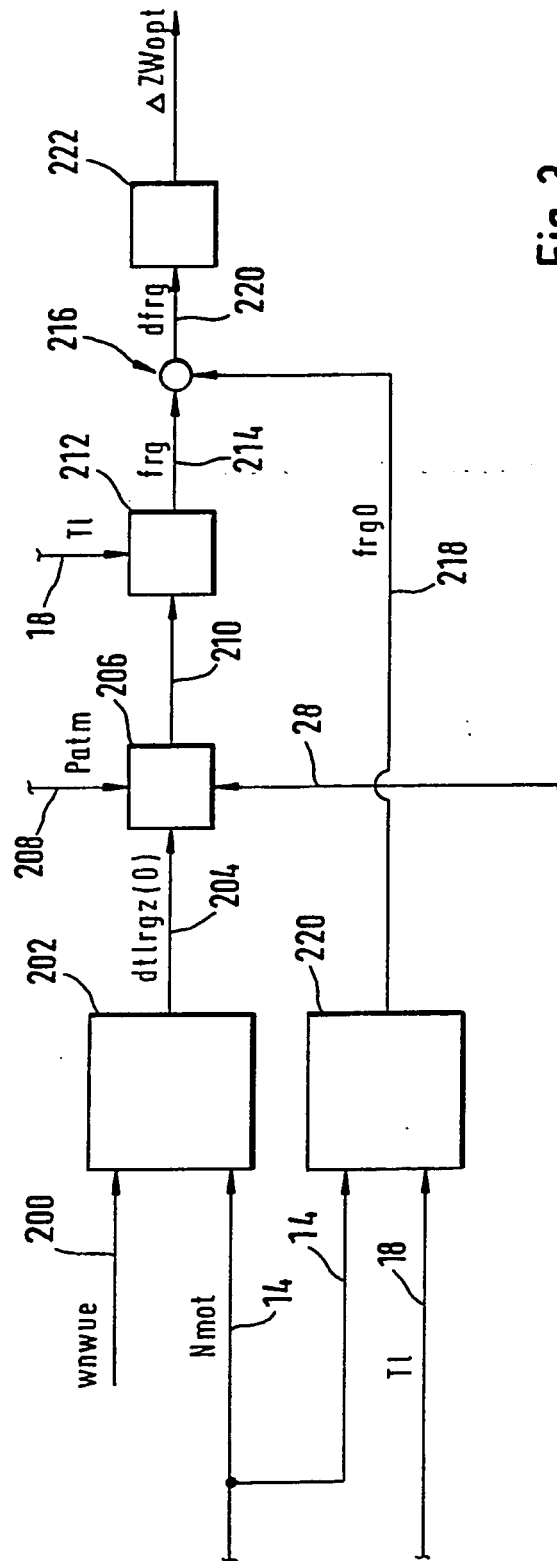
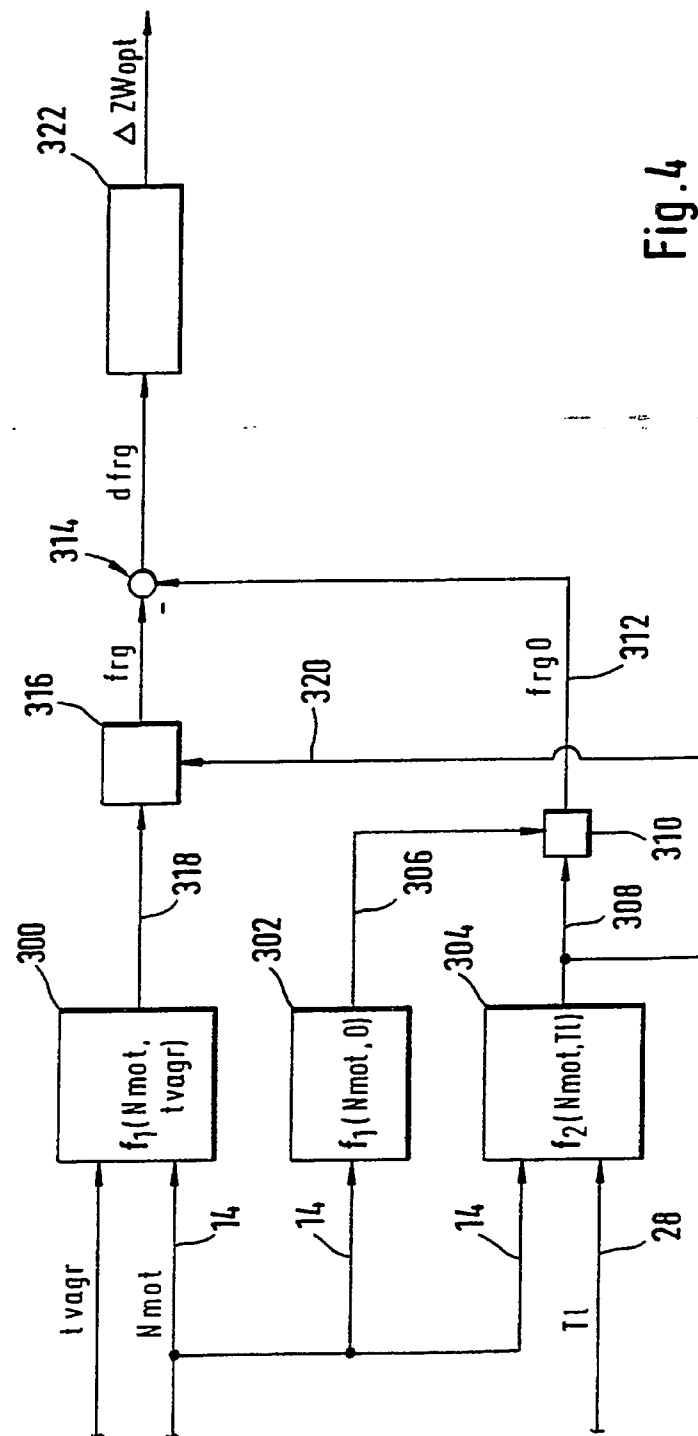
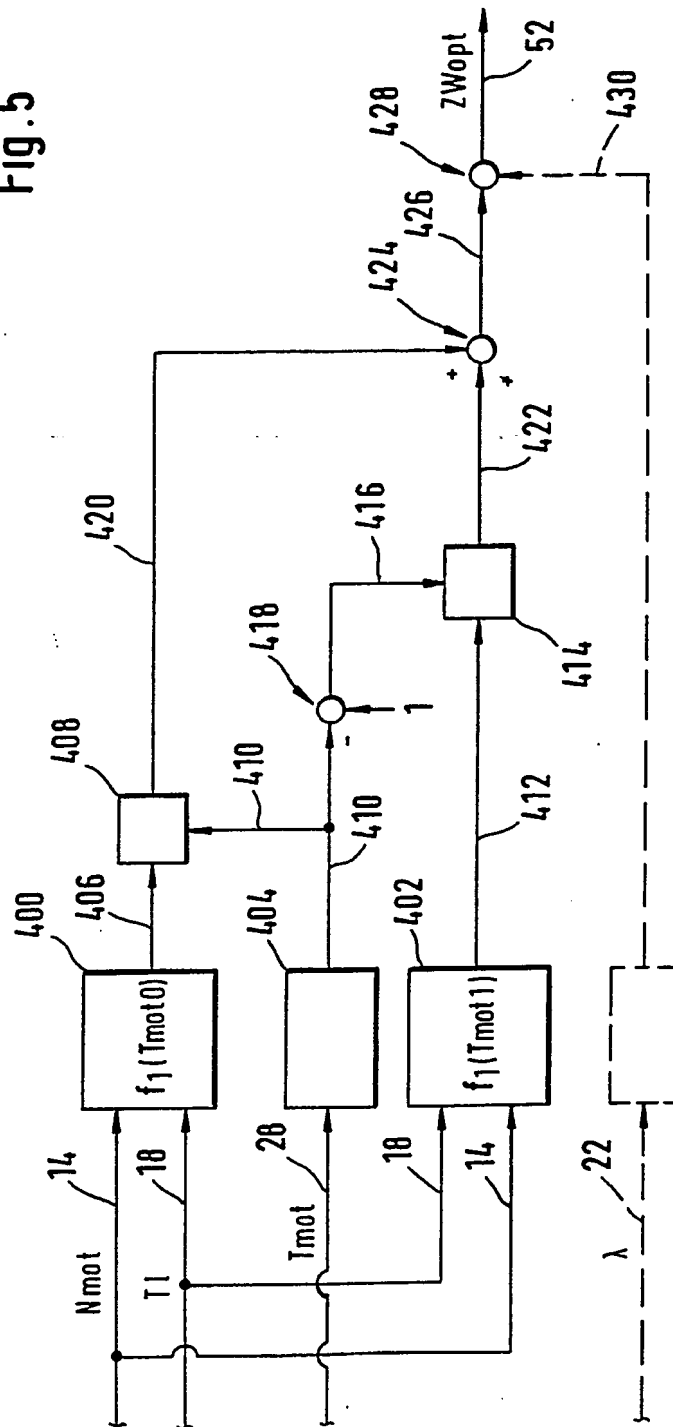


Fig. 3



**Fig. 4**

Fig. 5



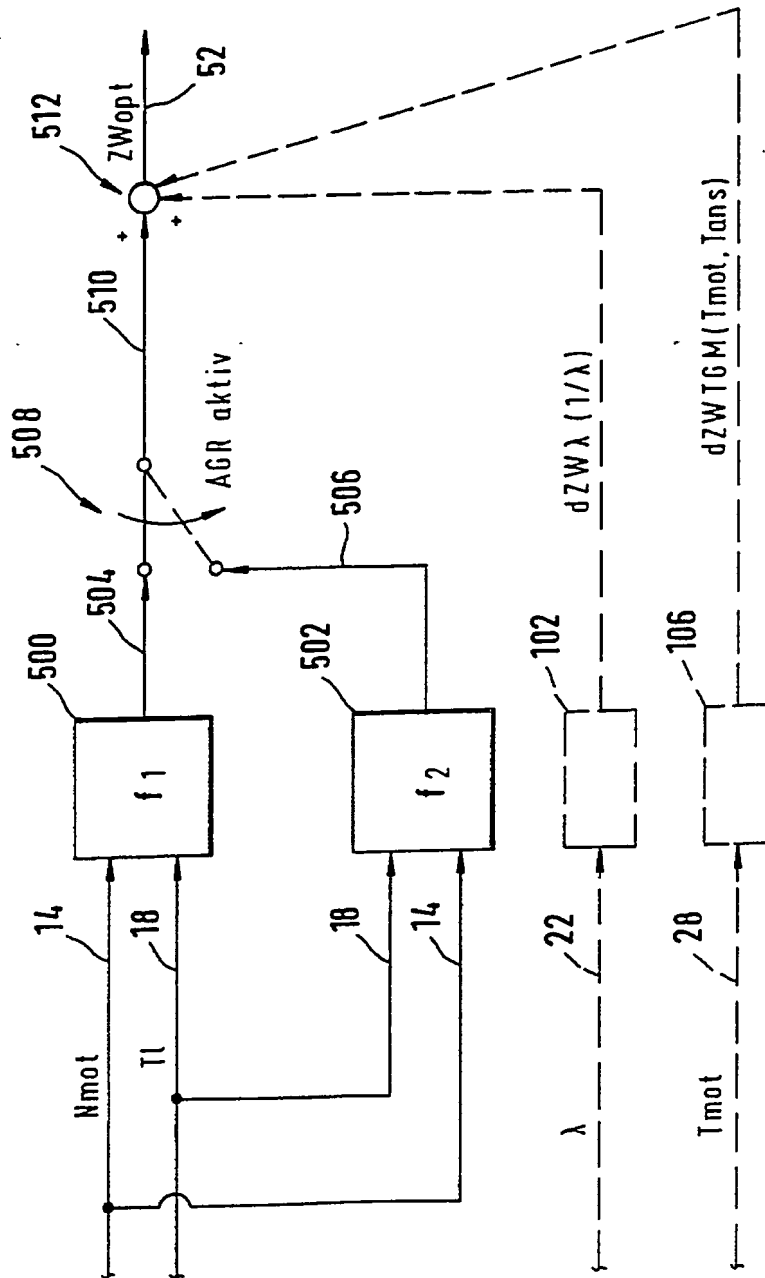


Fig.6